طرق قياس القساوة

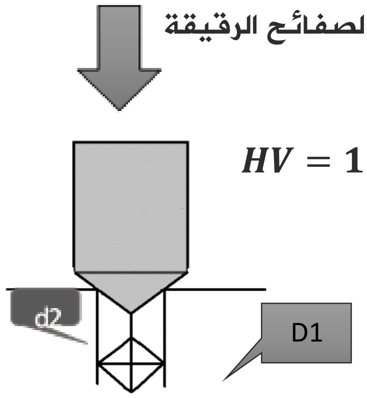
د.حسن هدلة

19/10/2015
RBOHAMAK

علم المواد

طريقة فيكرز لقياس القساوة الستاتيكية

- ما يعيب طريقة برينل في القياس هو عدم إمكانية قياس قساوة الصفائح الرقيقة أو قياس الطبقة الرقيقة السطحية.
- كما أنه بطريقة برينل لا يمكن قياس القساوات العالية إضافة إلى أن طريقة برينل قد تعطي انغماس بالمادة قد يعيبها.
- لذا استُعيضَ عن كرة برينل بهرم رباعي زاويته الرأسية ◈136 للحصول على انغماس مسقطه بشكل مربع أو معين الأمر الذي أدى إلى قياس درجات قساوة قد تصل إلى 1000HV و إمكانية قياس الصفائح الرقيقة



حيث قساوة فيكرز تعطى بالشكل الآتي:

$$HV = 1.8544\frac{F}{d_m^2} \quad d_m = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

ملاحظة : هناك علاقة تجريبية بين حد المتانة وHV

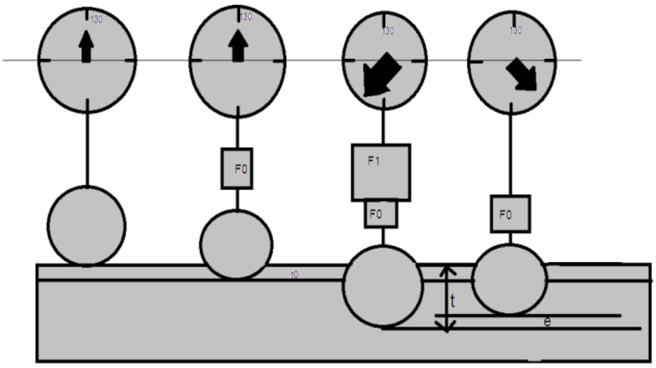
$$\sigma_{uts} = (0.28 \rightarrow 0.32)HV$$

> ملاحظة قيمة الحمل المؤثر $F\ (5 \rightarrow 120)\ Kgf$ فمثلاً HV5 تدل أن قيمة الحمل المؤثر 5Kgf.

طريقة روكويل لقياس القساوة.

ما يعيب طريقة برينل و فيكرز لقياس القساوة هو العودة إلى الجداول و الكتيبات المرافقة بالآلة لمعرفة قيمة $\frac{d}{D}$ و بالتالي حساب قيمة القساوة كما إن كلتا الطريقتين تحتاجان لقياس قيمة الانغماس بالمعدن الحاصل باستخدام عدسات ضوئية و ميكرومتر

أما طريقة روكويل فعي تعطي قيمة القساوة مباشرة و التي تتناسب قيمتها عكسا مع الانغماس الحاصل بالمعدن و يرمز لها ب **HR** و نأخذ التفرعات الآتية.



➢ **الطريقة الأولى(HRb) :**

نستخدمها لقياس قساوات المعادن ذات حجم البلورات الكبير نسبيا و المسبوكات و مواد الإنشاءات في هذه الطريقة نستخدم كرة فولاذية ذات قطر $\frac{1}{16}$من الإنش و قيمة الحمل توضع بمقدار:

F_0+F_1=100Kgf حيث يتم تحميل حمل أولي للمادة **F_0=10Kgf** وذلك لضمان ثبات الكرة على القطعة المختبرة ((تنغمس بمقدار **t_0**))

ويتم تعديل المؤشر و إعادته للوضع الابتدائي ومن ثم يتم تحميل حمل متمم $F1 = 90\text{Kgf}$ بفترة تتراوح بين 10 إلى 15 ثانية للسبائك الفولاذية و 30 ثانية للمعادن اللاحديدية فتنغمس العينة مقدار **t** و بعدها يزال الحمل فتحاول المادة الرجوع لوضعها الطبيعي لكنها ترجع فقط$e(mm)$ بسبب وجود تشوه لدن بالمادة و تتم قراءة المؤشر الأحمر الذي يعطي قيمة القساوة لهذه القطعة و يوضح بالشكل الآتي $HRb = 130 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$.

➢ **الطريقة الثانية:** تستخدم لقياس قساوات المعادن أعلى من (**HRb**) و تستخدم نفس الطريقة الأولى لكن باستبدال الكرة بمخروط زاوية رأسه 120° و الحمولة المطبقة الكلية **150Kgf** و المؤشر يبدأ من 100عوضا عن 130 في الطريقة الأولى و تحسب من القانون

$$HRc = 100 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$$

➢ **الطريقة الثالثة:**نفس الطريقة الثانية لكن باستخدام حمل متمم **50Kgf** و تستخدم لقياس الخلائط المعدنية عالية القساوة.

قياس القساوة الديناميكية:

في هذه الحالة نستخدم حمولة فجائية تؤدي إلى الصدم عن طريق كرة مسببة للانغماس للمعدن

$$\frac{F}{D^2} = conest = \beta$$

حيث

β ثابت يتعلق بنوع المعدن المراد اختياره

β=2.5 للمعادن الطرية

β=5 للألمنيوم النقي ز النحاس النقي

β=10 للألمنيوم الخلائطي

β=30 للفولاذ وخلائطه

مثال: اختر القوة الواجب تطبيقها لقياس قساوة لوح من الفولاذ علماً أن قطر كرة برينل (10mm)

الحل:

$$F = \beta \times D^2$$

$$F = 30 \times 10^2 = 3000\ kgf$$

طريقة فيكرز لقياس القساوة الستاتيكية:

- ما يعيب طريقة برينل في القياس هو عدم إمكانية قياس قساوة الصفائح الرقيقة أو قياس الطبقة الرقيقة السطحية
- كما أنه بطريقة برينل لا يمكن قياس القساوات العالية إضافة إلى أن طريقة برينل قد تعطي انغماس بالمادة قد يعيبها
- لذا استُعيضَ عن كرة برينل بهرم رباعي زاويته الرأسية 136° للحصول على انغماس مسقطه بشكل مربع أو معين الأمر الذي أدى إلى قياس درجات قساوة قد تصل إلى 1000HV و إمكانية قياس الصفائح الرقيقة

حيث قساوة فيكرز تعطى بالشكل الآتي : $HV = 1.8544 \frac{F}{d_m^2} d_m = \frac{d_1+d_2}{2}$

ملاحظة(1) : هناك علاقة تجريبية بين حد المتانة وHV

$$\sigma_{uts} = (0.28 \rightarrow 0.32)HV$$

ملاحظة(2): قيمة الحمل المؤثر F(5→120)Kgf

فمثلا HV_5 تدل أن قيمة الحمل المؤثر 5Kgf

طريقة روكويل لقياس القساوة .

ما يعيب طريقة برينل و فيكرز لقياس القساوة هو العودة إلى الجداول و الكتيبات المرافقة بالآلة لمعرفة قيمة $\frac{d}{D}$ و بالتالي حساب قيمة القساوة كما إن كلتا الطريقتين تحتاجان لقياس قيمة الانغماس بالمعدن الحاصل باستخدام عدسات ضوئية و ميكرومتر

أما طريقة روكويل فعي تعطي قيمة القساوة مباشرة و التي تتناسب قيمتها عكسا مع الانغماس الحاصل بالمعدن و يرمز لها ب HR و نأخذ التفرعات الآتية

❖ الطريقة الأولى:(HRb)

نستخدمها لقياس قساوات المعادن ذات حجم البلورات الكبير نسبيا و المسبوكات و مواد الإنشاءات في هذه الطريقة نستخدم كرة فولاذية ذات قطر $\frac{1}{16}$من الإنش و قيمة

الحمل توضع بمقدار $F_0+F_1=100Kgf$ حيث يتم تحميل حمل أولي

للمادة $F_0=10Kgf$ و ذلك لضمان ثبات الكرة على القطعة المختبرة

((تنغمس بمقدار t_0)) ويتم تعديل المؤشر و إعادته للوضع الابتدائي ومن ثم يتم تحميل حمل متمم $F_1=90Kgf$بفترة تتراوح بين 10 إلى 15 ثانية للسبائك الفولاذية و 30 ثانية للمعادن اللاحديدية فتنغمس العينة مقدار t و بعدها يزال الحمل فتحاول المادة الرجوع لوضعها الطبيعي لكنها ترجع فقط

e(mm) بسبب وجود تشوه لدن بالمادة و تتم قراءة المؤشر الأحمر الذي يعطي قيمة القساوة لهذه القطعة و يوضح بالشكل الآتي $HRb = 130 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$

❖ الطريقة الثانية: تستخدم لقياس قساوات المعادن أعلى من (HRb) و تستخدم نفس الطريقة الأولى لكن باستبدال الكرة بمخروط زاوية رأسه°120و الحمولة المطبقة الكلية 150Kgf و المؤشر يبدأ من 100عوضا عن 130 في الطريقة الأولى و تحسب من القانون

$$HRc = 100 - \frac{e(mm)}{0.002(mm)}$$

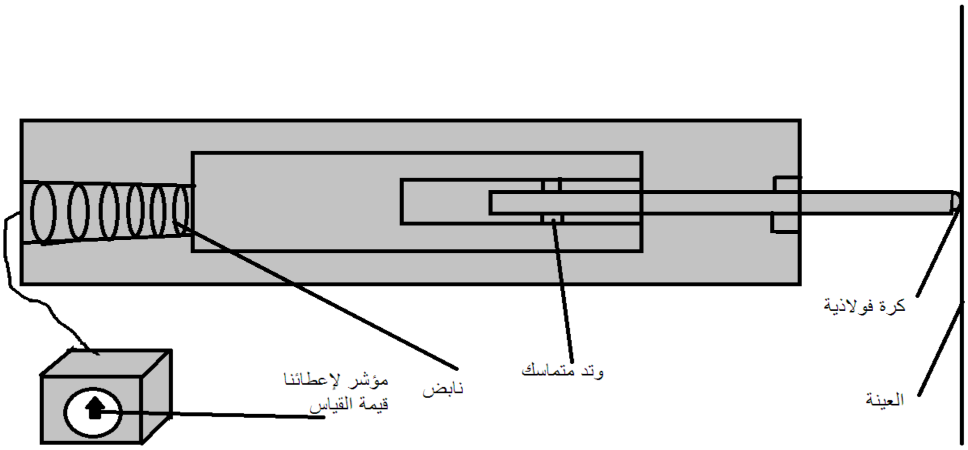
❖ الطريقة الثالثة: نفس الطريقة الثانية لكن باستخدام حمل متمم 50Kgf و تستخدم لقياس الخلائط المعدنية عالية القساوة

قياس القساوة الديناميكية:

في هذه الحالة نستخدم حمولة فجائية تؤدي إلى الصدم عن طريق كرة مسببة للانغماس للمعدن

أهم الطرق لقياس القساوة الديناميكية :

- طريقة غريفن : تعتمد هذه الطريقة على اصطدام العينة بكرة صغيرة اكتسبت سرعتها عن طريق النابض الموجود في الجهاز أدناه و التي تؤدي بدورها إلى حدوث انغماس بالمعدن و تقرأ من المؤشر
  حيث تكون قيمة درجة القساوة تساوي مقلوب الانغماس
- طريقة بولدي : تعتمد نفس مبدأ طريقة غريفن لكن صدم الكرة يحصل على عينتين عينة قياسية و عينة الاختبار و يتم المقارنة بينهما بواسطة الجهاز حيث تكون بيانات العينة القياسية مخزنة بداخله فيعطينا المؤشر قيمة القساوة



يعتمد مبدأ الصدم على آلة تشبه النواس كما هو موضح بالشكل أعلاه لها ذراع بنهايتها مطرقة وزنها Kg(30 → 15) يتم رفع هذه المطرقة بزاوية α و تركها لتصطدم بعينة الاختبار التي هي عبارة عن مقطع مستطيل تم صنع ثلم فيه بعمق محدود لضمان انكسار العينة عند هذا الثلم

يستخدم اختبار الصدم لـ :

1. لمقارنة بين معدنين يتعرضان لنفس ظروف العمل
2. دراسة مدى حساسية المادة للصدم
3. دراسة إمكانية استخدام بعض قطع أو أجزاء الآلات عند ظروف عمل ديناميكية ما

أشكال عينات اختبار الصدم

1) طريقة تشاربي : عينة على شكل متوازي مستطيلات أبعاده (55×10×10) مع وجود ثلم بالمنتصف على شكل حرف Vعمقه2mm و زاويته الرأسيةR=0.25mm

2) طريقة Izod :

عينةعلىشكلمتوازيمستطيلاتأبعاده(55×10×10)معوجودثلمبالمنتصفعلىشكلحرفUعمقه 2mmواستدارة رأسهR=1mm

3) الطريقة الحديثة:

عينةعلىشكلمتوازيمستطيلاتأبعاده(55×10×10)معوجودثلمبالمنتصفعلىشكلحرفVعمقه 1mmواستدارة رأسه R=0.25mm مع وجود ثلم آخر عمقه1mm يبدأ عند أسفل الحرفv

تعطى متانة الصدم بالعلاقة: $a = \frac{W}{A}$

حيث: $W = G.l(\cos\beta - \cos\alpha)$

G : وزن المطرقة

l : طول ذراع القوس

β : الزاوية التي يتم رفع الذراع إليها قبل الصدم

α : الزاوية التي ترتفع إليها الذراع بعد الصدم (بعد كسر العينة)

A: مساحة مقطع العينة في منطقة وجود الثلم

ففي حالة (izod) مثلاً (A=8×10mm) و في الطريقة الحديثة (A=9×10mm).